

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-75258

(P2000-75258A)

(43)公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51)Int.Cl.
G 02 F 1/13
G 03 B 21/14
G 09 F 9/00
H 04 N 9/31

識別記号
505
305
360

F I
G 02 F 1/13
G 03 B 21/14
G 09 F 9/00
H 04 N 9/31

テマコード(参考)
2 H 088
Z 5 C 060
5 G 435
C

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平10-242356

(22)出願日 平成10年8月27日 (1998.8.27)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 滝澤 猛

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

(72)発明者 古畑 隆弥

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

(74)代理人 100093388

弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

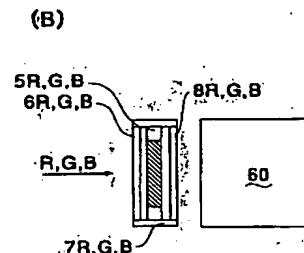
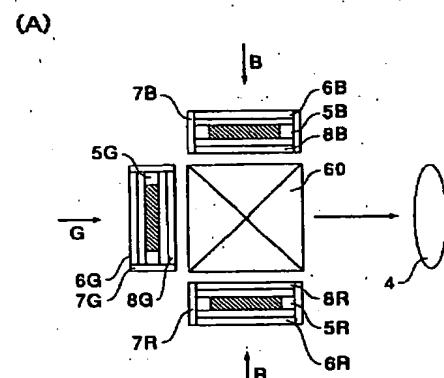
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 投写型表示装置

(57)【要約】

【課題】 投写型表示装置において、偏光板の発熱に起因した液晶パネルの光学特性の劣化、およびその光出射面への汚れ付着を防止すること。

【解決手段】 液晶パネル5R、5G、5Bの光出射面側には偏光板8R、8G、8Bが配置され、光入射面側には偏光板6R、6G、6Bが配置されている。液晶パネルおよびその光入出射面側に配置された2つの偏光板はゴミ防止部材7R、7G、7Bによって保持されている。液晶パネルの光入射面と入射面側に配置された偏光板との間、およびその光出射面と出射面側に配置された偏光板との間はゴミ防止部材によって外部と遮断されている。このような構成によって、液晶パネルの光学特性を劣化を防止でき、しかも、そのライトバルブの光出射面への汚れ付着を防止できる。これにより、コントラストに優れた高画質の画像を投写できる。



(2)

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源から射出された光を画像情報に対応して変調する光変調素子と、この光変調素子によって変調された光を投写面上に拡大投写する投写手段とを有する投写型表示装置において、

前記光変調素子の光出射面側には偏光板が配置され、当該偏光板と前記光変調素子の光出射面との間は、ゴミ防止部材により外部と遮断されていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項2】 請求項1において、前記光変調素子の光入射面側にも偏光板が配置され、当該偏光板と前記光変調素子の光入射面との間も前記ゴミ防止部材により外部と遮断されていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項3】 請求項1において、前記光変調素子の光入射面側には偏光板が配置されており、

当該偏光板と前記光変調素子の光入射面の間には透明板が配置され、当該透明板と前記光変調素子の光入射面の間は前記ゴミ防止部材により外部と遮断されていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項4】 光源から射出された光を画像情報に対応して変調する光変調素子と、この光変調素子によって変調された光を投写面上に拡大投写する投写手段とを有する投写型表示装置において、

前記光変調素子の光入射面側には偏光板が配置され、当該偏光板と前記光変調素子の光入射面との間は、ゴミ防止部材により外部と遮断されていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項5】 請求項2ないし4のうちのいずれかの項において、前記光変調素子の光入射面側に配置される前記偏光板は反射型のものであることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項6】 請求項1ないし5のうちのいずれかの項において、前記光源から射出された光を複数の色光に分離する色分離手段と、各色光を画像情報に対応して変調する複数の前記光変調素子と、これらの光変調素子によって変調された各色光を合成する色合成手段と、この色合成手段によって合成された光を投写面上に拡大投写する前記投写手段とを有し、

前記ゴミ防止部材は前記光変調素子および前記偏光板を保持していると共に、前記色合成手段の光入射面に着脱可能な状態で固定されていることを特徴とする投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光源から射出された光を光変調素子で画像情報に対応して変調し、変調後の光を投写手段を介して投写面上に拡大投写する投写型表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】投写型表示装置は、基本的には、光源ユ

ニットと、ここから出射された光束を画像情報に対応したカラー画像を合成できるように光学的に処理する光学ユニットと、ここで合成された光束をスクリーン上に拡大投写する投写レンズとから構成されている。

【0003】図14(A)は、上記の各構成部分のうち、光学ユニットおよび投写レンズの概略構成図である。この図に示すように、光学ユニット3の光学系は、光源ユニットに含まれる光源20と、この光源20から出射された光束Wを赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色の各色光R、G、Bに分離する色分離光学系40と、分離された各色光を画像情報に対応して変調する3枚の液晶パネル(光変調素子)5R、5G、5Bと、変調された各色光を合成するクロスダイクロイックプリズム60と、合成された光をスクリーン120に拡大投写する投写レンズ4を備えている。光源20から出射された光束Wは、各種のダイクロイックミラーを備えた色分離光学系40によって各色光R、G、Bに分離され、各色光のうち、赤色光Rおよび緑色光Gは色分離光学系40に設けられたそれぞれの出射部から対応する液晶パネル5R、5Gに向けて出射される。青色光Bは、導光光学系50を経て対応する液晶パネル5Bに導かれる。

【0004】図14(B)および(C)に拡大して示すように、光学ユニット3においては、各液晶パネル5R、5G、5Bの光入射面側に偏光板100R、100G、100Bが配置され、これらの偏光板100R、100G、100Bによって液晶パネル5R、5G、5Bに入射する各色光の偏光面を揃えるようにしている。また、各液晶パネル5R、5G、5Bの出射面側にも偏光板110R、110G、110Bが配置され、これらの偏光板110R、110G、110Bによってクロスダイクロイックプリズム60に入射する変調された後の各色光の偏光面を揃えるようにしている。これらの偏光板の作用によって、スクリーン120の表面にコントラストに優れた投写画像を投写できるようになっている。各液晶パネル5R、5G、5Bを挟む2つの偏光板のうち、液晶パネルの光出射面側に位置する偏光板110R、110G、110Bは対応する液晶パネルの光出射面にそれぞれ貼り付けられている。

【0005】なお、一般的な偏光板は、ヨウ素系または有機染料などの二色性物質からなる偏光子に保護層を積層した構造となっている。また、液晶パネルとしては、マトリクス状に配置された画素をスイッチング素子により制御するアクティブマトリクス型の液晶装置が一般的に使用される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ここで、スクリーン120上に拡大投写される画像のコントラストを向上するにためには、各液晶パネル5R、5G、5Bの光出射面に、偏光光の選択特性の良い偏光板を貼り付けることが有効である。しかし、選択特性に優れる偏光板はそれだ

(3)

3

け光の吸収が多く、したがって、発熱量が多い。前述した投写型表示装置においては、装置内部に図14 (C) に示すような空気流が形成され、この空気流によって偏光板が冷却されるようになっているが、偏光板が液晶パネルの光出射面に直付けされているので、液晶パネルへの熱伝達が高く、液晶パネルの温度が上昇しやすい。この温度上昇によって液晶パネルの光学特性が劣化し、投写画像のコントラストの悪化を引き起こしてしまう。

【0007】そこで、偏光板を液晶パネルの光出射面から離して配置することが考えられる。しかし、偏光板を単純に光出射面から離して配置したのでは、装置内部に形成される空気流によってゴミ等が液晶パネルの光出射面に付着して、投写画像の画質を低下させてしまう。

【0008】本発明の課題は、上記の点に鑑みて、光変調素子の光学特性の劣化を引き起こすことなく、しかも、光変調素子の光出射面への汚れ付着を防止して、高画質の画像を投写できる投写型表示装置を提供することにある。

【0009】

【発明を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明の投写型表示装置では、光源から射出された光を画像情報に対応して変調する光変調素子と、この光変調素子によって変調された光を投写面上に拡大投写する投写手段とを有する投写型表示装置において、前記光変調素子の光出射面側に偏光板を配置し、この偏光板と前記光変調素子の光出射面との間をゴミ防止部材により外部と遮断することを特徴としている。

【0010】本発明の投写型表示装置では、偏光板と光変調素子の光出射面との間はゴミ防止部材により外部から遮断されるので、これらの間には空気層が構成される。従って、光変調素子に伝達する偏光板の発熱は、この空気層によって低減されることになる。このため、選択特性の優れた偏光板を使用したとしても、偏光板の発熱に起因した光変調素子の温度上昇を抑制でき、当該光変調素子の光学特性の劣化を未然に防止できる。

【0011】また、偏光板と光変調素子との間は外部と遮断されるので、装置内部に形成される空気流によってゴミや塵等が拡散しても、それらの間にゴミ等が侵入することはない。このため、光変調素子の光出射面にゴミ等が付着してしまうことを防止できる。

【0012】よって、本発明の投写型表示装置によれば、光変調素子の光学特性の劣化を招くことなく、しかも、光変調素子の光出射面への汚れ付着を防止して、投写面上にコントラストに優れた高画質の画像を投写できる。

【0013】光変調素子の光入射面にも偏光板が配置される場合は、その偏光板と光変調素子の光入射面との間も前記ゴミ防止部材により外部と遮断することが望ましい。このようにすれば、光変調素子の光入射面への汚れ付着も防止でき、高画質の画像を投写するのにより有効

(4)

4

である。

【0014】また、光変調素子の光入射面とその光入射面側に配置された偏光板との間に透明板が配置されている場合は、透明板と光変調素子の光入射面との間を前記ゴミ防止部材により外部と遮断することが望ましい。このようにすれば、偏光板と光変調素子との間には、透明板と光変調素子との間の空気層、および透明板が介在することになるので、光変調素子に伝達する偏光板（光変調素子の光入射面側に配置された偏光板）の発熱をより低減できる。また、光変調素子の光入射面にゴミが付着するのを防ぐことができる。

【0015】ここで、装置内部に形成される空気流等によって光変調素子の光入射面側にゴミ等が付着しやすい状況では、当該偏光板と前記光変調素子の光入射面との間を、ゴミ防止部材により外部と遮断すれば良い。

【0016】偏光板としては、一般的に使用されている一方の偏光光を透過し、他方の偏光光を吸収する性質を有する偏光板だけでなく、他方の偏光光を反射する反射型の偏光板を使用することができる。反射型の偏光板は光の吸収が少ないので、発熱量も少ない。このため、反射型の偏光板を用いれば、光変調素子の温度上昇をより抑制できる。また、光変調素子の光入射面側に配置される偏光板を反射型の偏光板とすれば、偏光板で反射された光で光変調素子を照射してしまうことを防ぐことができ、偏光板で反射された光に起因した光変調素子の誤動作を未然に防止できる。

【0017】本発明の投写型表示装置は、単独の光変調素子を用いた単板方式の投写型表示装置に限らず、複数の光変調素子を用いた投写型表示装置に対しても適用可能である。すなわち、光源から射出された光を複数の色光に分離する色分離手段と、各色光を画像情報に対応して変調する複数の前記光変調素子と、これらの光変調素子によって変調された各色光を合成する色合成手段と、この色合成手段によって合成された光を投写面上に拡大投写する前記投写手段とを有する投写型表示装置である。

【0018】このような投写型表示装置の場合、ゴミ防止部材で前記光変調素子および前記偏光板を保持すると共に、当該ゴミ防止部材を前記色合成手段の光入射面に着脱可能な状態で固定することが望ましい。このようにすれば、光変調素子に直に触れて、色合成手段の側への取付け作業を行う必要がないので、光変調素子が他の部分に干渉して破損あるいは欠損してしまうことを防止できる。また、光変調素子の交換作業を容易に行うことができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。なお、以下の説明では、特に説明のない限り、光の進行方向をZ方向、Z方向からみて12時の方向をY方向、3時の方向をX方向とする。

(4)

5

【0020】図1は、本発明の投写型表示装置の構成を示す概略平面図である。この投写型表示装置1は、光源ユニット2と、光学ユニット3と、投写レンズ4と、を備えている。

【0021】光学ユニット3は、第1の光学要素31と、第2の光学要素32と、重畠レンズ33と、を有するインテグレータ光学系30を備えている。また、ダイクロイックミラー41、42と、反射ミラー43とを含む色分離光学系40を備えている。さらに、入射側レンズ51と、リレーレンズ52と、反射ミラー53、54とを含む導光光学系50を備えている。また、3枚のフィールドレンズ61、62、63と、3枚の液晶パネル5R、5G、5Bと、クロスダイクロイックプリズム60と、を備えている。

【0022】光源ユニット2は、光学ユニット3の第1の光学要素31の入射面側に配置される。投写レンズ4は、光学ユニット3のクロスダイクロイックプリズム60の光出射面側に配置される。

【0023】図2は、図1に示す投写型表示装置の照明領域である3枚の液晶パネルを照明するインテグレータ照明光学系について示す説明図である。このインテグレータ照明光学系は、光源ユニット2に備えられた光源20と、光学ユニット3に備えられたインテグレータ光学系30と、を備える。インテグレータ光学系30は、第1の光学要素31と、第2の光学要素32と、重畠レンズ33とを備える。第2の光学要素32は、集光レンズ34と、遮光板35と、偏光変換素子アレイ36と、を備える。なお、図2は、説明を容易にするため、インテグレータ照明光学系の機能を説明するための主要な構成要素のみを示している。

【0024】光源20は、光源ランプ21と凹面鏡22とを備える。光源ランプ21から射出された放射状の光線(放射光)は、凹面鏡22によって反射されて略平行な光線束として第1の光学要素31の方向に射出される。光源ランプ21としては、ハロゲンランプやメタルハライドランプ、高圧水銀ランプが用いられることが多い。凹面鏡22としては、放物面鏡を用いることが好ましい。

【0025】図3は、第1の光学要素31の外観を示す正面図および側面図である。第1の光学要素31は、矩形状の輪郭を有する微小な小レンズ311が、縦方向にM行、横方向に2N列のマトリスク状に配列されたレンズアレイである。レンズ横方向中心からは、左方向にN列、右方向にN列存在する。この例では、M=10、N=4である。各小レンズ311をZ方向から見た外形形状は、液晶パネル5の形状とほぼ相似形をなすように設定されている。例えば、液晶パネルの画像形成領域のアスペクト比(縦と横の寸法の比率)が4:3であるならば、各小レンズ311のアスペクト比も4:3に設定される。

6

【0026】第2の光学要素32の集光レンズ34は、第1の光学要素31と同様な構成のレンズアレイである。なお、第1の光学要素31および集光レンズ34のレンズの向きは、+Z方向あるいは-Z方向のどちらを向いていても良い。また、図2に示すように互いに異なる方向を向いていても良い。

【0027】偏光変換素子アレイ36は、図2に示すように2つの偏光変換素子アレイ361、362が光軸を挟んで対称な向きに配置されている。図4は、偏光変換素子361の外観を示す斜視図である。この偏光変換素子361は、偏光ビームスプリッタアレイ363と、偏光ビームスプリッタアレイ363の光出射面の一部に選択的に配置されたλ/2位相差板364(図中斜線で示す)とを備えている。偏光ビームスプリッタアレイ363は、それぞれ断面が平行四辺形の柱状の複数の透光性部材365が、順次貼り合わされた形状を有している。透光性部材365の界面には、偏光分離膜366と反射膜367とが交互に形成されている。λ/2位相差板364は、偏光分離膜366あるいは反射膜367の光の射出面のX方向の写像部分に、選択的に貼り付けられる。この例では、偏光分離膜366の光の射出面のX方向の写像部分にλ/2位相差板364を貼り付けている。

【0028】偏光変換素子アレイ361は、入射された光束を1種類の直線偏光光(例えば、S偏光光やP偏光光)に変換して射出する機能を有する。図5は、偏光変換素子アレイ361の機能を示す説明図である。偏光変換素子の入射面に、S偏光成分とP偏光成分とを含む非偏光光(ランダムな偏光方向を有する入射光)が入射する。この入射光は、まず、偏光分離膜366によってS偏光光とP偏光光に分離される。S偏光光は、偏光分離膜366によってほぼ垂直に反射され、反射膜367によってさらに反射されてから射出される。一方、P偏光光は偏光分離膜366をそのまま透過する。偏光分離膜366を透過したP偏光光の射出面には、λ/2位相差板364が配置されており、このP偏光光がS偏光光に変換されて射出する。従って、偏光変換素子を通過した光は、そのほとんどがS偏光光となって射出される。また、偏光変換素子から射出される光をP偏光光としたい場合には、λ/2位相差板364を、反射膜367によって反射されたS偏光光が射出する射出面に配置するようすれば良い。

【0029】なお、隣り合う1つの偏光分離膜366および1つの反射膜367を含み、さらに、1つのλ/2位相差板364で構成されるブロックを、1つの偏光変換素子368と見なすことができる。偏光変換素子アレイ361は、このような偏光変換素子368が、X方向に複数配列されたものである。この実施例では、4列の偏光変換素子368で構成されている。

【0030】偏光変換素子アレイ362も偏光変換素子

(5)

7

アレイ361と全く同様であるので説明を省略する。

【0031】図6は、遮光板35の平面図である。遮光板35は、2つの偏光変換素子361、362の光の入射面のうち、偏光分離膜366に対応する光入射面にのみ、光が入射するように、略矩形状の板状体に開口部351を設けた構成を有している。

【0032】図2に示す光源20から射出された非偏光な光は、インテグレータ光学系30を構成する第1の光学要素31の複数の小レンズ311および第2の光学要素32に含まれる集光レンズ34の複数の小レンズ341によって複数の部分光束202に分割されるとともに、2つの偏光変換素子アレイ361、362の偏光分離膜366の近傍に集光される。特に、集光レンズ34は、第1の光学要素31から射出された複数の部分光束202が2つの偏光変換素子アレイ361、362の偏光分離膜366上に集光されるように導く機能を有している。2つの偏光変換素子アレイ361、362に入射した複数の部分光束202は、上述したように、1種類の直線偏光光に変換され射出される。2つの偏光変換素子アレイ361、362から射出された複数の部分光束は、重畠レンズ33によって後述する液晶パネル5(5R、5G、5B)上で重畠される。これにより、このインテグレータ光学系30は、液晶パネル5を均一に照明することができる。

【0033】図1に示す投写型表示装置1において、反射ミラー56は、重畠レンズ33から射出された光束を色分離光学系40の方向に導くために設けられている。照明光学系の構成によっては、必ずしも必要としない。

【0034】色分離光学系40は、2枚のダイクロイックミラー41、42を備え、重畠レンズ33から射出される光を、赤色、緑色、青色の三色の色光に分離する機能を有している。第1のダイクロイックミラー41は、重畠レンズ33から射出された光のうち、赤色光成分を透過させるとともに、青色光成分と緑色光成分とを反射する。第1のダイクロイックミラー41を透過した赤色光Rは、反射ミラー43で反射され、フィールドレンズ61を通って赤色用の液晶パネル5Rに達する。このフィールドレンズ61は、重畠レンズ33から射出された各部分光束をその中心軸(主光線)に対して平行な光束に変換する。他の液晶パネル5G、5Bの手前に設けられたフィールドレンズ62、63も同様である。

【0035】第1のダイクロイックミラー41で反射された青色光Bと緑色光Gのうちで、緑色光Gは第2のダイクロイックミラー42によって反射され、フィールドレンズ62を通って緑色用の液晶パネル5Gに達する。一方、青色光Bは、第2のダイクロイックミラー42を透過し、導光光学系50、すなわち、入射側レンズ51、反射ミラー53、リレーレンズ52、および反射ミラー54を通り、さらにフィールドレンズ63を通って青色光用の液晶パネル5Bに達する。なお、青色光Bに

8

導光光学系50が用いられているのは、青色光Bの光路の長さが他の色光の光路の長さよりも長いため、光拡散等による光の利用効率の低下を防止するためである。すなわち、入射側レンズ51に入射した部分光束のまま、フィールドレンズ62に伝えるためである。

【0036】3つの液晶パネル5R、5G、5Bは、入射した光を、与えられた画像情報に従って変調する光変調素子としての機能を有している。これにより、3つの液晶パネル5R、5G、5Bに入射した各色光は、与えられた画像情報に従って変調されて各色光の画像を形成する。

【0037】3つの液晶パネル5R、5G、5Bから射出された3色の変調光は、クロスダイクロイックプリズム60に入射する。クロスダイクロイックプリズム60は、3色の変調光を合成してカラー画像を形成する色合成手段としての機能を有している。クロスダイクロイックプリズム60には、赤色光Rを反射する誘電体多層膜と、青色光Bを反射する誘電体多層膜とが、4つの直角プリズムの界面に略X字状に形成されている。これらの誘電体多層膜によって3色の変調光が合成されて、カラー画像を投写するための合成光が形成される。クロスダイクロイックプリズム60で生成された合成光は、投写レンズ4の方向に射出される。投写レンズ4は、この合成光を投写スクリーン上に投写する機能を有し、投写スクリーン上にカラー画像を表示する。

【0038】図7(A)および(B)は液晶パネル5R、5G、5Bおよびその周辺部分の拡大図である。これらの図に示すように、各液晶パネル5R、5G、5Bは、クロスダイクロイックプリズム60の射出面を除く残りの側面(3つの光入射面)と所定の間隔をおいて配置されている。各液晶パネル5R、5G、5Bは各色光R、G、Bの光路に対して直交する姿勢になっている。各液晶パネル5R、5G、5Bの光入射面側には偏光板6R、6G、6Bがそれぞれ配置され、その光出射面側にも偏光板8R、8G、8Bがそれぞれ配置されている。

【0039】各液晶パネルの光入射面側に配置された偏光板6R、6G、6Bは、各色光R、G、Bに混入されている一方の偏光光(本例では、P偏光光)をそれぞれ吸収して、液晶パネル5R、5GにP偏光光の混入の少ない色光R、G、Bを入射させる機能を有している。各色光R、G、Bは偏光板6R、6G、6Bを通過すると、各色光に含まれているP偏光光のほぼ全てが除去されて偏光面のほぼ揃った光(S偏光光)になる。この結果、各液晶パネル5R、5G、5Bには、他の偏光光の混入の少ない精度の良い直線偏光光が入射する。

【0040】各液晶パネルの光出射面側に配置された偏光板8R、8G、8Bは、各液晶パネル5R、5G、5Bで変調された各色光R、G、Bから一方の偏光光成分を吸収し、他方の偏光光成分のみを透過させる機能を有する。

(6)

9

している。変調された各色光R、G、Bは偏光板8R、8G、8Bを通過すると、偏光面のほぼ揃った光になる。

【0041】ここで、本例の投写型表示装置1において、液晶パネル5R、このライトバルブ5Rの光入射面側および光出射面側に配置された偏光板6Rおよび8Rは、ゴミ防止部材7Rによって保持されている。このゴミ防止部材7Rは、液晶パネル5Rの光入射面と偏光板6Rとの間、および液晶パネル5Rと光出射面と偏光板8Rとの間を外部と遮断しており、これらの間に空気層を構成している。なお、緑色光用の液晶パネル5G、偏光板6G、8G、青色光用の液晶パネル5B、偏光板6B、8Bも、赤色光用の液晶パネル5R、偏光板6B、8Bと同様に、ゴミ防止部材7G、7Bによってそれぞれ保持され、また、液晶パネルと偏光板との間に空気層が構成されている。

【0042】次に、ゴミ防止部材の構造を詳細に説明する。なお、各ゴミ防止部材は同一の構成であるので、赤色光用のゴミ防止部材7Rを代表して説明する。図8はゴミ防止部材7Rの概略断面構成図である。図9はゴミ防止部材7Rを光入射面側から見たときの概略平面構成図、図10は光出射面側から見たときの概略平面構成図である。

【0043】これらの図に示すように、液晶パネル5Rの光入射面にはクッショング7を介して偏光板6Rが配置され、光出射面にはクッショング8を介して偏光板8Rが配置されている。本例では、このような配置関係にある液晶パネル5Rおよび偏光板6R、8Rがゴミ防止部材7Rによって保持されている。

【0044】ゴミ防止部材7Rは、液晶パネル5R、および偏光板6R、8Rを挟持する第1および第2の外枠73、74と、液晶パネル5Rの光出射面と偏光板8Rとの間、および液晶パネル5Rの光入射面と偏光板6Rとの間を外部と遮断する中枠75を備えている。第1および第2の外枠73、74によって液晶パネル5R、偏光板6R、8Rが挟まれた状態で保持されている。

【0045】第1の外枠73は、光通過用の矩形開口73aを備えていると共に、四周に一定の厚さの周囲壁73bを備えている。第2の外枠74も光通過用の矩形開口74aを備えていると共に、四周に一定の厚さの周囲壁74bを備えている。第2の外枠74は、第1の外枠73より小さく設定されている。

【0046】中枠75は、矩形枠であり、液晶パネル5R、偏光板6R、8Rの外周を囲う状態に設けられている。この中枠75の側面において左右のそれぞれ2ヶ所の位置に係合突起75aが形成されている。これに対して、第1の外枠73には、各係合突起75aに対応する位置に、これらを嵌め込み可能な係合穴73cが形成されている。

【0047】また、中枠75の側面において左右それぞ

10

れ2ヶ所の位置に係合突起75bが形成されている。これに対して、第2の外枠74には、各係合突起75bに対応する位置に、これらを嵌め込み可能な係合穴74cが形成されている。

【0048】従って、液晶パネル5Rの光入射面側に設けられている偏光板6Rの外側から、各係合突起75aが各係合穴73cに差し込まれるように、第1の外枠73を中枠75に対して押し込む、また、液晶パネル5Rの光出射面側に設けられている偏光板8Rの外側から、各係合突起75bが各係合穴74cに差し込まれるように、第2の外枠74を中枠75に対して押し込むと、液晶パネル5R、偏光板6R、8Rがゴミ防止部材7Rによって保持される。また、液晶パネル5Rの光入射面と偏光板6Rとの間、および液晶パネル5Rと光出射面と偏光板8Rとの間が外部と遮断される。なお、ゴミ防止部材7Rから上方に向けて延びている部材は、配線用のフレキシブルケーブル76Rである。

【0049】このように投写型表示装置1では、液晶パネル5Rの光出射面と、この光出射面側に配置された偏光板8Rとの間がゴミ防止部材7Rによって外部と遮断されており、それらの間に空気層が形成されている。このように空気層が介在するので、液晶パネル5Rに伝達する偏光板8Rの発熱が低減されることになる。すなわち、偏光板8Rを液晶パネル5Rの光出射面に直に取り付けてある場合に比べて、液晶パネル5Rに加わる熱負荷を緩和できる。従って、偏光板として偏光光の選択特性に優れたものを使用した場合でも、液晶パネル5Rの温度上昇を抑制でき、当該液晶パネル5Rの光学特性の劣化を回避できる。なお、その他の液晶パネル5G、5Bの光学特性の劣化も、液晶パネル5Rと同様にして回避できる。

【0050】また、液晶パネル5Rの光出射面と偏光板8Rの間は外部と遮断されているので、偏光板8Rを冷却するために装置内部に形成される空気流によってゴミや塵等が拡散したとしても、そのゴミ等が液晶パネル5Rの光出射面と偏光板8Rとの間に侵入することはない。このため、液晶パネル5Rの光出射面にゴミ等が付着することを防止できる。また、液晶パネル5Rで変調された光が、液晶パネル5Rの光出射面と偏光板8Rとの間にあるゴミ等で散乱することもない。なお、その他の液晶パネル5G、5Bの光出射面にゴミ等が付着することを、液晶パネル5Rと同様にして防止できる。

【0051】従って、偏光板の発熱に起因した液晶パネルの光学特性の劣化を防止でき、また、液晶パネルの光出射面への汚れ付着を防止できるので、コントラストに優れた高画質の画像を投写できる。

【0052】また、投写型表示装置1では、液晶パネルの光入射面側に配置された偏光板と、当該光入射面との間もゴミ防止部材によって外部と遮断されている。このため、液晶パネルの入射側に配置された偏光板の発熱が

(7)

11

液晶パネルに伝達する程度も低減できるので、液晶パネルの温度上昇を一層抑制できる。また、液晶パネルの光入射面にゴミ等が付着してしまうことを防止でき、投写画像の画質をより高めることができる。

【0053】なお、液晶パネルの入射側に配置する偏光板の枚数は、1枚に限定されることはなく、2枚以上であっても良い。このように複数の偏光板を配置することにより、偏光板1枚当たりの発熱量を少なくできるので、装置内に形成される空気流によって各々の偏光板を効率良く冷却できる。換言すれば、液晶パネルに加わる熱負荷をより低減できる。

【0054】図11には、液晶パネル5R、および偏光板6R、8Rを保持したゴミ防止部材7Rを取り付ける様子を示してある。この図を参照してゴミ防止部材7Rをクロスダイクロイックプリズム60の光入射面60Rに取り付けるための構造を説明する。

【0055】図11に示すように、液晶パネル5R等を保持したゴミ防止部材7Rは、中間枠板81を介して、クロスダイクロイックプリズム60の光入射面60Rに接着固定される固定枠板82に対して固定されるようになっている。なお、本例のクロスダイクロイックプリズム60の光入射面60Rには赤色フィルター83が貼り付けられている。

【0056】中間枠板81は、ゴミ防止部材7Rの第1の外枠73とほぼ同一か、あるいはこれより一回り大きく形成された矩形枠であり、光通過用の矩形開口81aを備えている。この中間枠板81には、その矩形開口81aの四隅に、枠板表面から垂直に延びる係合突片81dが形成されている。これに対して、ゴミ防止部材7Rの側には、各係合突片81dに対応する位置に、これらを差し込み可能な係合孔73dが形成されている。本例では、ゴミ防止部材7Rの第1の外枠73と中枠75にそれぞれ形成された貫通孔から各係合孔73dが構成されている。従って、ゴミ防止部材7Rの各係合孔73dに、中間枠板81の各係合突片81dを合わせて相互に重ね合わせると、各係合孔73dに各係合突片81dが差し込まれた仮止め可能な状態が形成される。

【0057】一方、固定枠板82も光通過用の矩形開口82aが形成された矩形の枠板である。また、固定枠板82に形成されている矩形開口82aは、偏光板8Rの光出射面より小さく形成されている。固定枠板82は、クロスダイクロイックプリズム60の光入射面60Rに設けられた赤色フィルター83に接着剤によって固定される。

【0058】固定枠板82の上枠部分の両隅、および固定枠板82の下枠部分の左右方向の中央位置には、ねじ孔82cが形成されている。これら3個のねじ孔82cに対応する中間枠板81にもねじ孔81cが形成されている。対応するねじ孔81c、82cに、それぞれ皿ね

(7)

12

じ84を挿入することにより、固定枠板82に対して中間枠板81が固定される。なお、本例では、3本のねじ84によって固定枠板82に対して中間枠板81が固定されている。ねじの本数は限定されることなく、4本以上であっても良く、また、2本以下であっても良い。一般には、本数が少ない程、ねじ締結の作業工程が少なく、製造が楽になる。

【0059】ここで、固定枠板82の下枠部分の左右両隅には係合突起82bが形成され、これら2個の係合突起82bに対応する中間枠板81の下枠部分の左右両隅には係合孔81bが形成されている。従って、ねじ84により固定する際には、固定枠板82の係合突起82bに対して中間枠板81の係合孔81bを合わせて、中間枠板81を固定枠板82の側に押し込めば、中間枠板81を固定枠板82に仮止めできる。このようにすれば、相互の枠板の位置決め精度を一層向上させることができる。

【0060】本例の投写型表示装置1では、ゴミ防止部材7Rを、固定枠板82に固定した中間枠板81に対して位置決めするための位置決め手段を備えている。この位置決め手段は2個の楔85を備えている。この楔85の傾斜面85aが当接する楔案内面73e～73gが、ゴミ防止部材7Rの左右両側面の上下方向の中央位置に形成されている。中間枠板81にゴミ防止部材7Rを仮止めすると、楔案内面73eと、これに対応している中間枠板81の枠部分との間に楔差し込み溝が構成される。従って、中間枠板81にゴミ防止部材7Rを仮止めした後に、2個の楔85を、ゴミ防止部材7Rの左右に打ち込み、これらの楔85の押し込み量を調整すれば、ゴミ防止部材7Rの位置が規定され、ゴミ防止部材7Rに保持されている液晶パネル5Rの位置決めを行うことができる。

【0061】次に、ゴミ防止部材7Rをクロスダイクロイックプリズム60の光入射面60Rに取り付ける手順について説明する。まず、液晶パネル5R、偏光板6R、8Rが保持されたゴミ防止部材7Rを用意する。また、光入射面60Rに赤色フィルター83が貼り付けられたクロスダイクロイックプリズム60を用意する。次に、クロスダイクロイックプリズム60の光入射面60Rに固定された赤色フィルター83に、固定枠板82を位置決めして接着固定する。接着剤としては紫外線硬化型接着剤等を用いることができる。

【0062】次に、接着固定した固定枠板82の表面に、中間枠板81を位置決めして、3本の皿ねじ84によって、当該中間枠板81をねじ止めする。しかる後に、液晶パネル5R等が保持されているゴミ防止部材7Rを、中間枠板81に位置決めして、そこに仮止めする。すなわち、中間枠板81の係合突片81dをゴミ防止部材7Rの係合孔73dに一致させ、この状態で、ゴミ防止部材7Rを中間枠板81に向けて押し込む。な

(8)

13

お、固定枠板82をクロスダイクロイックプリズム60に接着固定する前に、固定枠板82と中間枠板81をねじ84で予め一体化しておくと位置精度が出しやすい。

【0063】この後は、位置決め手段として楔85を用いて、クロスダイクロイックプリズム60の光入射面60Rに対して、液晶パネル5Rの位置決めを行う。すなわち、2個の楔85を、ゴミ防止部材7Rに形成した楔案内面73eに沿って、仮止めされているゴミ防止部材7Rと中間枠板81の間に差し込む。そして、各楔85の差し込み量を調整することにより、液晶パネル5Rのアライメント調整およびフォーカス調整を行なう。

【0064】位置決めができたところで、これらの楔85を、接着剤を用いて位置決め対象の部材であるゴミ防止部材7Rおよび中間枠板81に接着固定する。この場合に使用する接着剤としても、紫外線硬化型の接着剤を用いることができる。

【0065】ここで、上記の楔85の位置決め作業および楔85の接着固定作業を、工程順序に従ってより詳しく説明する。

【0066】まず、投写レンズ4のフォーカス面内に液晶パネル5Rのフォーカス面を専用の調整装置を用いて合わせ込む。この状態で、前述の通り、中間枠板81の係合突片81dがゴミ防止部材7Rの係合孔73dに入りて形成される隙間に紫外線硬化型の接着剤を注入し、紫外線照射によって、硬化させて仮固定する。次に、中間枠板81とゴミ防止部材7Rに設けた楔案内面73eとによって、紫外線硬化型接着剤に楔85の露出端面から紫外線を照射して接着し、本固定を行う。液晶パネル5R、5G、5Bの中央に配置される液晶パネル5Gを基準として、同様に液晶パネル5R、5Bのフォーカス調整および相互間の画素合わせ調整をして仮固定および本固定を行う。

【0067】液晶パネル5R以外の液晶パネル5G、5Bのクロスダイクロイックプリズム60への取付け構造も同一構造であるのでその説明は省略する。

【0068】以上のようにして、ゴミ防止部材7Rをクロスダイクロイックプリズム60に取り付ければ、次のような効果が得られる。

【0069】第1に、液晶パネル5Rは、その四周縁の部分がゴミ防止部材7Rによって保護された状態にあるので、液晶パネル5Rに直接触れて、クロスダイクロイックプリズム60の側への取付け作業を行う必要がない。従って、液晶パネル5Rが他の部分に当たる等して破損あるいは欠損してしまうことを防止できる。また、液晶パネル5Rの周囲はゴミ防止部材7Rによって覆われているので、外光を遮断でき、外光に起因した液晶パネル5Rの誤動作を防ぐことができる。

【0070】第2に、液晶パネル5Rを保持したゴミ防止部材7Rは、中間枠板81を介して、クロスダイクロイックプリズム60の光入射面60Rに対して、ねじ止

14

めされて着脱可能となっている。従って、例えば、液晶パネル5Rに欠損が発生した場合には、ねじ84を外すという簡単な作業により、その交換を行うことができる。また、クロスダイクロイックプリズム60に対して液晶パネル5Rが直接に接着固定されていないので、このような交換時に、クロスダイクロイックプリズム60の側を傷付けてしまうこともなく、しかも高額の部品を無駄なく使用できる。

【0071】第3に、液晶パネル5Rを保持したゴミ防止部材7Rは、中間枠板81に仮止めすることができる。この仮止め状態を形成した後に、楔85を用いて、液晶パネル5Rをクロスダイクロイックプリズム60の光入射面60Rとの位置決めを行うことができる。このように、仮止め状態を形成できるので、別工程で楔85を用いて位置決め作業を簡単に行なうことができ、設備のサイクルタイムの向上に資する。

【0072】ここで、楔85としては、一般にはガラス製のものを使用することができる。しかし、ゴミ防止部材7Rを樹脂成形品とした場合にはガラスに比べて熱膨張率が高いため、熱膨張の違いにより楔85がこれらの枠板から剥離しやすくなったり、楔85が温度変化によって破壊される場合がある。これを回避するためには、楔85をアクリル系等の樹脂成形品とすることが望ましい。また、楔85をアクリル系の材質にすることによって、成形加工ができるため、ガラス材に比して大幅にコストの低減を図れる。なお、楔85の素材として紫外線を透過させる材料を用いることにより、楔85を接着固定するための接着材として温度上昇が少なく、硬化時間の短い紫外線硬化型接着剤を使用することができる。

【0073】また、ゴミ防止部材7Rに楔案内面73eを形成したことにより、その上下には端面73f、73gが形成されており、これらの三面により楔85が案内される。すなわち、この部分に接着剤を充填して楔85を差し込めば、接着剤の表面張力によって楔85はこれらの三面によって案内されながら自動的に内部に移動する。従って、工程内で遭遇する外乱に対して強くなり、楔85の接着作業が簡単である。

【0074】なお、本例では、中間枠板81に対するゴミ防止部材7Rの仮固定に接着剤を用いているが、この代わりに、半田付け等を用いてもよい。ゴミ防止部材7R等が樹脂製である場合には、接合部分に金属部材を貼り付けたもの、あるいは、接合部分にメタライズ層を形成したものを用いればよい。

【0075】次に、上記のゴミ防止部材7R、中間枠板81、固定枠板82は、ガラスファイバあるいは炭酸カルシウムを混入した熱硬化樹脂の成形品とすることができます。このような樹脂素材を用いれば、その熱膨張係数が一般的の樹脂素材に比べてガラスに近くなる。このため、クロスダイクロイックプリズム60に貼り合わせた状態において熱変形に起因した画像ずれ等を回避でき

(9)

15

る。

【0076】ここで、クロスダイクロイックプリズム60に対して固定枠板82を接着固定するための接着剤としては前述したように紫外線硬化型接着剤を用いることができるが、接着性を向上させるために下地処理材料を塗布することが望ましい。すなわち、クロスダイクロイックプリズム60においては、赤色光束の入射面60Rと青色光束の入射面60Bが対峙している。青色光束は波長が短いので、その一部がクロスダイクロイックプリズム60の反射膜を透過して反対側の赤色光束の入射面60Rに至る場合がある。このような逆光が液晶パネル5Rに入射すると誤動作を起こしてしまう。本例では、赤色光束の入射面60Rに赤色フィルター83が設けられているので、このような逆光を遮断して、逆光に起因した液晶パネル5Rの誤動作を防ぐことができる。

【0077】赤色光束を入射面60Rにのみフィルタを取り付けるのは、青色光束の逆光による影響が大きいためであるが、他の光束の逆光による影響が大きい場合には、この限りでない。他の面にフィルタを設けたり、あるいは複数の面にフィルタを設けてもよい。

【0078】しかしながら、このようなフィルタが存在すると、それによって、接着固定時の紫外線が遮られ、固定枠板82をクロスダイクロイックプリズム60の入射面60R、60G、60Bに接着固定するための紫外線硬化型接着剤に紫外線照射不足の部分が発生するおそれがある。この弊害を回避して固定枠板82を確実に入射面60Rに接着固定するためには、上記のように、これらの接着面に下地処理材料を塗布しておくこと、および嫌気タイプの接着剤を併用することが望ましい。勿論、このようなフィルタが存在しない入射面において同様な処理を施してもよい。

【0079】なお、接着剤としては、紫外線硬化型接着剤の使用について説明したが、これ以外の接着剤を使用しても良い。例えば、ホットメルトタイプの接着剤を使用して、固定枠板82の接着固定、楔85の接着固定を行うようにすれば、上記のフィルタによる問題を考慮する必要がない。

【0080】本例では、位置決め用の楔85を2個用いると共に、それらをゴミ防止部材7Rおよび中間枠板81における左右両側の上下方向の中央位置に取り付けて接着固定している。楔85の接着固定位置が適切でないと、ゴミ防止部材7R、中間枠板81、あるいは楔85の熱変形に起因して、各部材に過剰な応力集中が発生するおそれがある。また、そのために、楔85がゴミ防止部材7Rあるいは中間枠板81から剥離してしまうおそれもある。しかし、上記のように、左右の中央位置に楔85を接着固定してあり、この部分を中心として、ゴミ防止部材7Rおよび中間枠板81の上下方向への熱変形が自由である。従って、これらの枠板の熱変形の拘束度合いが低いので、不所望な応力集中、楔の剥離等の弊害

を回避できる。

【0081】更に、本例の楔85は、図11から分かるように、その背面85bに2つの盲孔85cを形成している。これらの盲孔85cは、楔85を治具を用いてチャッキングして取り扱う場合において、チャッキング用の係合部として機能するものである。このような盲孔85cを形成しておけば、そのチャッキングを簡単にでき、従って、取付け操作が簡単になる。

【0082】なお、本例では、楔85の背面にチャッキング時の係合部の盲孔85cを形成してある。チャッキング用の係合部は、これ以外の部材に形成してもよい。例えば、ゴミ防止部材7Rの外面に、盲孔等のチャッキング用係合部を形成しても良い。

【0083】ここで、上記の投写型表示装置1では、ゴミ防止部材7Rによって、液晶パネル5R、偏光板6R、8Rを保持していると共に、液晶パネル5Rの光入射面と偏光板6Rの間、および液晶パネル5Rの光出射面と偏光板8Rとの間を外部と遮断している。この代わりに、液晶パネル5Rの光入射面側に拡散するゴミ等が非常に少ない場合等においては、図12に示すように、液晶パネル5Rおよび偏光板8Rのみをゴミ防止部材71Rによって保持すると共に、これらの間を外部と遮断しても良い。勿論、他の液晶パネル5G、5B、偏光板8G、8Bについても、ゴミ防止部材71Rと同一の構成のゴミ防止部材71G、71Bを用いることが可能である。

【0084】また、液晶パネル5Rの光入射面側に配置される偏光板6Rの発熱量が非常に多い場合等においては、図13に示すように、液晶パネル5Rと偏光板6Rとの間にガラスやプラスチック等からなる透明板10Rを配置する。そして、ゴミ防止部材72Rによって液晶パネル5R、偏光板8R、および透明板10Rを保持すると共に、液晶パネル5Rの光出射面と偏光板8Rとの間、および液晶パネル5Rの光入射面と透明板10Rとの間を外部と遮断すれば良い。このようにすれば、偏光板6Rと液晶パネル5Rとの間には、空気層に加えて透明板10Rが介在することになるので、液晶パネル5Rに伝達する偏光板6Rの発熱をより低減できる。なお、液晶パネル5G、5Bに対しても透明板10G、10Bを設けると共に、ゴミ防止部材72Rと同一のゴミ防止部材72G、72Bを用いても良いのは勿論である。

【0085】さらに、装置内部に形成される空気流等の要因によって、液晶パネルの光入射面にゴミ等が付着する可能性が高い場合は、液晶パネルとその光入射面側に配置される偏光板のみをゴミ防止部材によって保持すると共に、その光入射面と偏光板との間を外部と遮断するようにすることも可能である。すなわち、液晶パネルの光出射面側に配置される偏光板をゴミ防止部材で保持しない構成を採用しても良い。

【0086】ここで、上記の例では、偏光板として、一

(10)

17

方の偏光光を透過し、他方の偏光光を吸収する性質を有するものを使用しているが、他方の偏光光を反射する反射型の偏光板を使用することも可能である。反射型の偏光板は光の吸収が少なく、発熱量も少ないので、反射型の偏光板を用いれば、偏光板の発熱に起因した液晶パネルの温度上昇をより抑制できる。反射型の偏光板は不要な偏光光を反射するので、液晶パネルの光出射面側に配置される偏光板を反射型にすると、偏光板で反射した光が液晶パネルに達して、その反射光によって当該液晶パネルが誤動作するおそれがある。このような誤動作を確実に防ぐためには、液晶パネルの光入射面側に配置される偏光板を反射型とすることが好ましい。

【0087】【その他の実施の形態】上記の例では、3色の光をそれぞれ変調する3枚の液晶パネルを備えた投写型表示装置について説明したが、本発明が適用された投写型表示装置は、上述のようなものに限らず、例えば、液晶パネルを2枚以下、あるいは4枚以上用いたものであっても良い。

【0088】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の投写型表示装置においては、ゴミ防止部材によって、光変調素子の光出射面とこの光出射面の側に配置された偏光板との間を外部と遮断するようしている。これにより、それらの間には空気層が構成されるので、偏光板が光変調素子の光出射面に直付けされている場合に比べて、光変調素子に伝達する偏光板の発熱を低減できる。従って、投写画像のコントラストを高めるために、選択特性に優れた偏光板を使用した場合であっても、偏光板の発熱に起因した光変調素子の光学特性の劣化を防止できる。

【0089】また、光変調素子の光出射面と偏光板との間に構成される空気層は外部と遮断されているので、偏光板を冷却するために装置内部に形成される空気流によってゴミ等が拡散したとしても、当該空気層にゴミ等が侵入することはない。このため、光変調素子の光出射面にゴミ等が付着するのを防止できる。

【0090】よって、本発明の投写型表示装置によれば、偏光板の発熱に起因した光変調素子に光学特性の劣化を招くことなく、しかも、光変調素子の光出射面への汚れ付着を防止して、コントラストに優れた高画質の画像を投写できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した投写型表示装置の構成を示す概略平面図である。

【図2】図1に示す投写型表示装置の照明領域である3

18

枚の液晶パネルを照明するインテグレータ照明光学系について示す説明図である。

【図3】第1の光学要素の外観を示す正面図および側面図である。

【図4】偏光変換素子アレイの外観を示す斜視図である。

【図5】偏光変換素子アレイの機能を示す説明図である。

【図6】遮光板の平面図である。

【図7】液晶パネルおよびその周辺部分を取り出して示す平面図である。

【図8】ゴミ防止部材の概略断面構成図である。

【図9】ゴミ防止部材を光入射面側から見た時の概略平面構成図である。

【図10】ゴミ防止部材を光出射面側から見た時の概略平面構成図である。

【図11】ゴミ防止部材をクロスダイクロイックプリズムに取り付ける様子を示す分解斜視図である。

【図12】図7とは異なる例を示す平面図である。

【図13】図12とは更に異なる例を示す平面図である。

【図14】従来の投写型表示装置の光学ユニットに組み込まれている光学系を示す概略構成図である。

【符号の説明】

1 投写型表示装置

2 光源ユニット

3 光学ユニット

4 投写レンズ

5 R、5 G、5 B 液晶パネル

6 R、6 G、6 B 偏光板

8 R、8 G、8 B 偏光板

7 R、7 G、7 B ゴミ防止部材

20 光源

30 インテグレータ光学系

40 色分離光学系

50 導光光学系

60 クロスダイクロイックプリズム

71 R、71 G、71 B ゴミ防止部材

72 R、72 G、72 B ゴミ防止部材

40 73 第1の外枠

74 第2の外枠

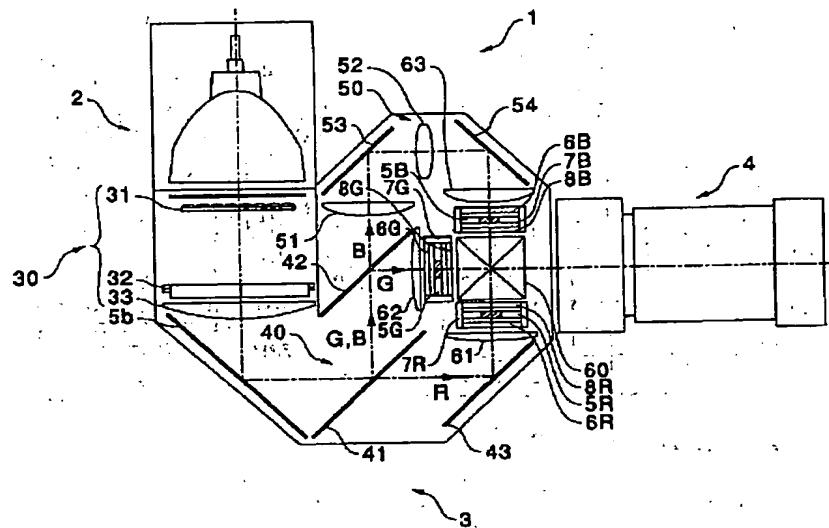
75 中枠

81 中間枠板

82 固定枠板

(11)

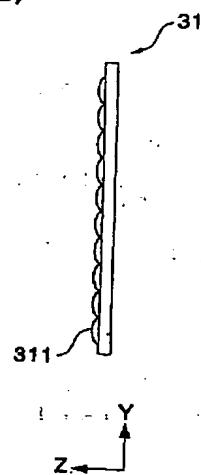
【図1】



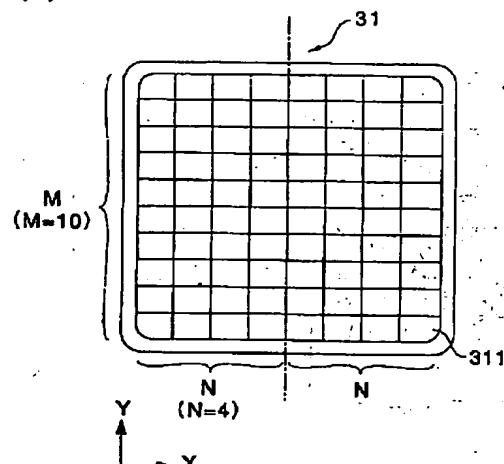
(12)

【図3】

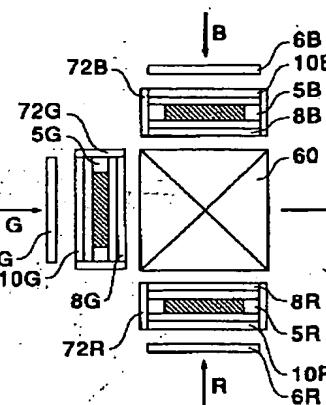
(B)



(A)

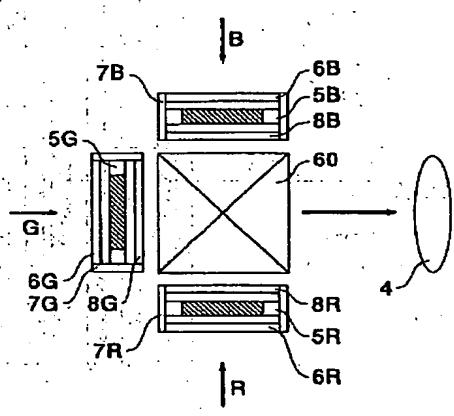


【図13】

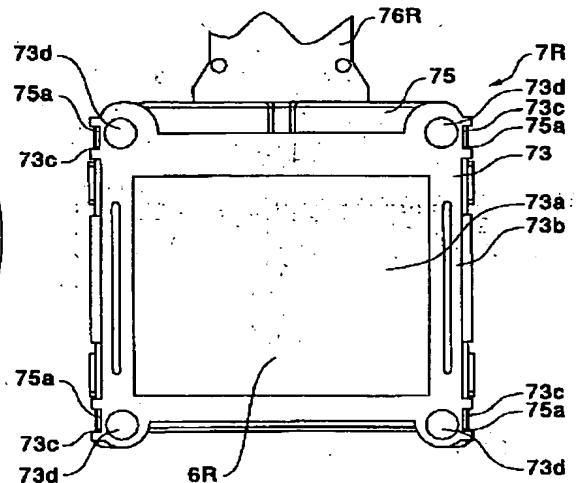


【図7】

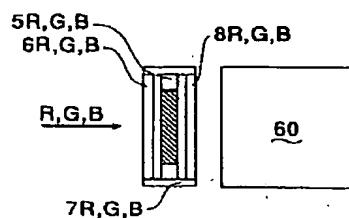
(A)



【図9】

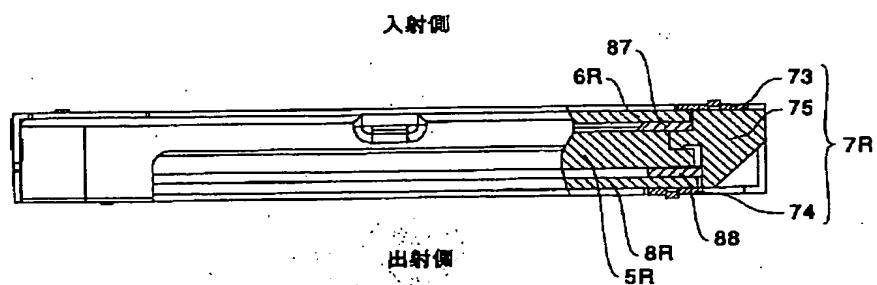


(B)

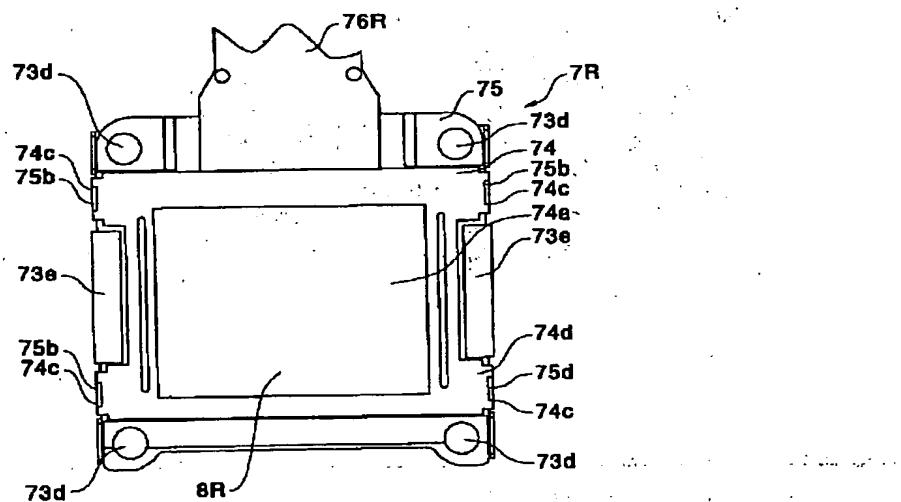


(13)

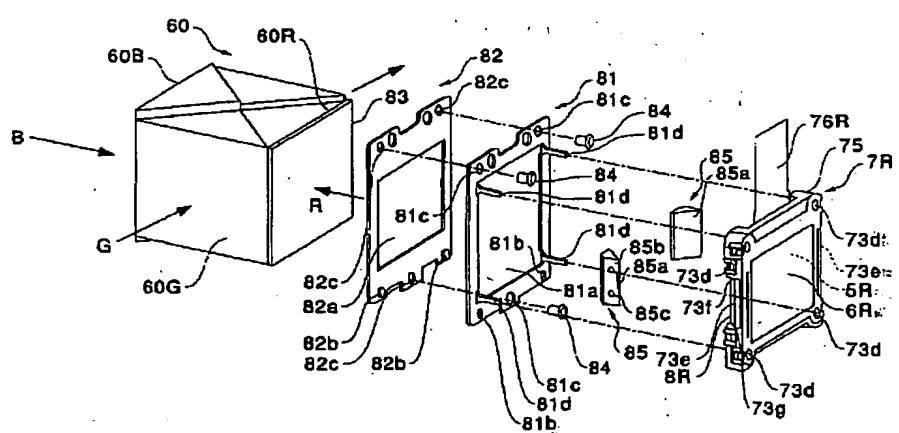
【図8】



【図10】



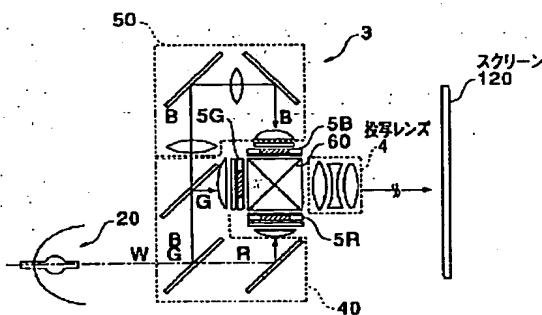
【図11】



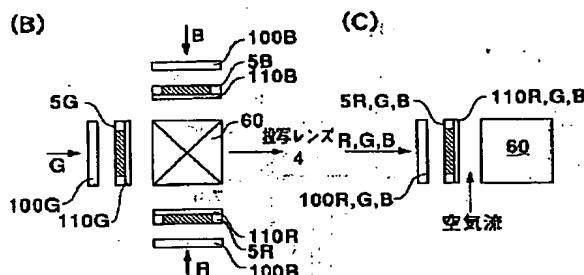
(14)

【図14】

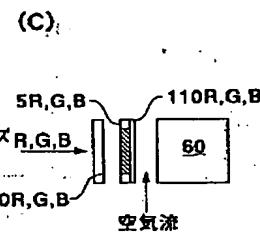
(A)



(B)



(C)



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H088 EA13 EA14 EA15 HA05 HA12
 HA13 HA15 HA18 HA24 HA25
 HA28 MA20
 5C060 BA04 BA09 BC05 DA03 DA05
 EA00 GA01 GB02 GB06 HC00
 HC10 HC20 HC24 JA17 JB06
 5G435 AA11 AA12 BB12 BB17 CC12
 DD02 DD05 FF03 FF05 FF07
 FF13 GG01 GG02 GG03 GG04
 GG08 GG28